

062
X23

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ



000011228

КОНТРОЛЬНИЙ
ПРИМІРНИК

ДАРУНОК

Бібліотеці Національного
технічного університету
"ХПІ"

Від

Вестник

Харьковского государственного политехнического университета

Выпуск 51. Системный анализ, управление и
и информационные технологии



Основан в 1961 г.

1548226

Харьков 1999

ПРИБЛИЖЕННАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В НЕМИНИМАЛЬНО-ФАЗОВЫХ СИСТЕМАХ

Розглянута задача компенсації параметричних збурень з застосуванням метода непрямого вимірювання. Одержані умови стійкості замкненої системи у випадку, коли об'єкт мав немінімально-фазові властивості.

Синтез высокоточных систем управления, функционирующих в условиях неопределенности, требует учета и компенсации возмущений различной природы, в том числе и параметрических, связанных с изменением характеристик объекта. Особенностью указанного класса возмущений является тот факт, что они могут не только ухудшать качество работы системы, но и приводить к потере устойчивости. К настоящему времени разработан ряд методов синтеза робастных систем, сохраняющих устойчивость при наличии ограниченных параметрических возмущений, однако при этом не гарантируется сохранение заданной точности, поскольку в них не устраняется влияние возмущения на регулируемые переменные. Существенное уменьшение этого влияния, а в некоторых случаях и полная компенсация возмущений, возможна при использовании различных схем комбинированного управления, реализующих прямое или косвенное измерение возмущений и введение соответствующей информации в закон управления. Указанное измерение может быть осуществлено путем использования согласованной двухходовой модели [1]. Методика дальнейшего синтеза компенсирующего регулятора в значительной мере зависит от имеющейся априорной информации о возмущениях. Наиболее просто указанная задача решается в случае так называемых регулярных возмущений, модель которых с достаточной степенью точности может быть задана в виде разностного уравнения с известными либо настраиваемыми параметрами. Использование такой модели (полинома предсказания) в алгоритме управления позволяет добиться полной компенсации возмущений. К сожалению, использование этой методики в случае параметрических возмущений зачастую оказывается затруднительным вследствие их зависимости от выходных переменных объекта и управляющих воздействий, что, фактически, исключает возможность построения полинома предсказания.

В настоящей работе исследуется возможность частичной компенсации параметрических возмущений без использования их точной модели и особенности решения соответствующей задачи синтеза робастного регулятора.

Рассмотрим задачу синтеза стабилизирующего регулятора для дискретного объекта вида

$$Q(q^{-1})y(k) = q^{-1}P_u(q^{-1})u(k), \quad (1)$$

подверженного воздействию ограниченных параметрических возмущений $Q(q^{-1}) = Q^0(q^{-1}) + \delta Q(q^{-1})$, $P_u(q^{-1}) = P_u^0(q^{-1}) + \delta P_u(q^{-1})$. Представим модель (1) в виде уравнения номинального объекта, подверженного воздействию эквивалентного сигнального возмущения, зависящего от регулируемых и управляющих переменных:

$$\begin{aligned} Q(q^{-1})y(k) &= q^{-1}P_u^0(q^{-1})u(k) + w(k), \\ w(k) &= q^{-1}\delta P(q^{-1})u(k) - \delta Q(q^{-1})y(k). \end{aligned} \quad (2)$$

Такое возмущение может быть косвенно измерено с использованием схемы двухходовой согласованной модели номинального объекта [1]:

$$\hat{w}(k) = Q^0(q^{-1})y(k) - q^{-1}P_u^0(q^{-1})\mu(k), \quad (3)$$

при этом очевидно, что $\hat{w}(k) = w e(k)$.

Введем регулятор с двумя степенями свободы, описываемый уравнением

$$R(q^{-1})\mu(k) = -P_y(q^{-1})y(k) - P_w(q^{-1})\hat{w}(k), \quad (4)$$

которое с учетом (3) может быть преобразовано к виду:

$$\left[R(q^{-1}) + q^{-1}P_u^0(q^{-1})P_w(q^{-1}) \right] \mu(k) = - \left[P_y(q^{-1}) - P_w(q^{-1})Q^0(q^{-1}) \right] y(k). \quad (5)$$

Выберем характеристический полином регулятора $R(q^{-1}) = P_u^0(q^{-1})$ и получим уравнение замкнутой системы

$$\left[Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1}) \right] y(k) = \left[1 - (q^{-1})P_w(q^{-1}) \right] w(k). \quad (6)$$

Оставшиеся свободными полиномы регулятора следует выбирать из условия обеспечения устойчивости замкнутой системы (6), а именно, условия устойчивости характеристического полинома

$$\Delta(q^{-1}) = Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1}) \quad (7)$$

и условия максимального ослабления влияния параметрического возмущения

$$\left\| \frac{1 - q^{-1}P_w(q^{-1})}{Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1})} \right\|_{\infty} \rightarrow \min_{P_w(q^{-1})} \quad (8)$$

с учетом ограничений на выбор $P_w(q^{-1})$, связанных с требованием устойчивости характеристического полинома регулятора

$$\Delta_c(q^{-1}) = P_u^0(q^{-1}) \left[1 - q^{-1}P_w(q^{-1}) \right]. \quad (9)$$

Решение этой задачи может быть найдено с помощью известных методов H^{∞} -оптимизации [2].

Из (9) следует, что построение устойчивого регулятора возможно лишь при выполнении условия устойчивости полинома $P_u^0(q^{-1})$, т.е. для минимально-фазового объекта. Рассмотренная выше методика может быть распространена и на объекты, не обладающие свойством минимальной фазовости. При этом используется так называемая равномодульная аппроксимация номинальной модели объекта.

$$\begin{aligned} Q^0(q^{-1})y(k) &= q^{-1}\tilde{P}_u^0(q^{-1})\mu(k) + \tilde{w}(k), \\ \tilde{P}_u^0(q^{-1}) &= P_u^{0+}(q^{-1})\tilde{P}_u^{0-}(q^{-1}), \\ \tilde{w}(k) &= w(k) + q^{-1} \left[P_u^0(q^{-1}) - \tilde{P}_u^0(q^{-1}) \right] \mu(k), \end{aligned} \quad (10)$$

где обратным полиномом $\tilde{P}_u^{0-}(q^{-1}) = q^{-m}P_u^{-}(q)$ находится путем применения стандартной процедуры факторизации $P_u^0(q^{-1}) = P_u^{0+}(q^{-1})P_u^{0-}(q^{-1})$. При этом модель (10) будет минимально-фазовой и к ней может быть применена описанная выше процедура синтеза, при этом уравнение регулятора имеет вид

$$\tilde{P}_u^0(q^{-1}) \left[1 + q^{-1}P_w(q^{-1}) \right] w(k) = - \left[P_y(q^{-1}) + P_w(q^{-1})Q^0(q^{-1}) \right] y(k). \quad (11)$$

Для системы с сигнальными возмущениями процедуру синтеза можно было бы считать оконченной, однако зависимость эквивалентного возмущения $w(k)$ от регулируемых и управляющих переменных требует дополнительного анализа устойчивости синтезируемой замкнутой системы. Из (6), (11) следует, что характеристический полином замкнутой системы с учетом структуры возмущения (10) может быть представлен в виде

$$\begin{aligned}\Delta_w(q^{-1}) &= \Delta_0(q^{-1}) + \delta\Delta(q^{-1}), \\ \Delta_0(q^{-1}) &= \tilde{P}_u^o(q^{-1})Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_u^o(q^{-1})P_y(q^{-1}) + \\ &\quad + q^{-1}[P_u^o(q^{-1})Q^0(q^{-1}) - \tilde{P}_u^o(q^{-1})]P_w(q^{-1}), \\ \delta\Delta(q^{-1}) &= q^{-1}[P_y(q^{-1}) + P_w(q^{-1})Q^0(q^{-1})]\delta P_u(q^{-1}) + \\ &\quad + \tilde{P}_u^o(q^{-1})[1 - q^{-1}P_w(q^{-1})]\delta Q(q^{-1}).\end{aligned}\tag{12}$$

Такая структура характеристического полинома накладывает определенные ограничения на выбор варьируемых полиномов регулятора $P_y(q^{-1})$ и $P_w(q^{-1})$. Прежде всего, указанный выбор уже не может осуществляться независимо и должен реализовываться в ходе единой процедуры синтеза, обеспечивающей одновременное выполнение устойчивости полиномов $\Delta_0(q^{-1})$, $\Delta_c(q^{-1})$. Кроме того, для решения указанной задачи следует использовать процедуры робастного синтеза, характеризующих устойчивость полиномов $\Delta_w(q^{-1})$, $\Delta_c(q^{-1})$ при наличии неконтролируемых отклонений $\delta\Delta(q^{-1})$. При этом могут использоваться алгебраические или частотные критерии робастной устойчивости [2].

Список литературы: 1. Цыпкин Я.З. Адаптивно инвариантные системы управления // Автоматика и телемеханика, 1991, № 5, с. 96-124. 2. Позняк А.С. Основы робастного управления (Н-теория). - М.: МФТИ, 1991, 128с.

Поступила в редколлегию 31.12.98

СОДЕРЖАНИЕ

Гамаюн И.П. Алгоритм выявления системных свойств в подмножествах элементов технической системы	3
Голоскоков А.Е., Орехов С.В. Ситуационное управление развитием сложной системы в условиях неопределенности	7
Абу Зейд М. Анализ источников нечеткости в модели локальной задачи системной оптимизации	11
Костенко Ю.Т., Куценко А.С., Свиридова И.А. Об одном подходе к проблеме параметрической оптимизации регулируемых систем	14
Раскин Л.Г., Серая О.В. Оценка точности прогнозирования состояния динамических объектов	19
Айдаров А.В. Формирование математических моделей решения функциональных задач на основе подобия информационных моделей	22
Любчик Л.М., Костюк О.В. Адаптивное прогнозирование волновых непериодических временных рядов	26
Костенко Ю.Т., Малько М.Н. Приближенная компенсация параметрических возмущений в неминимально-фазовых системах	32
Шевченко С.В. Оптимизация структуры систем контроля безопасности распределенных объектов	35
Раскин Л.Г., Клишко Е.В., Миненкова З.Е. Эффективный алгоритм кластеризации в пространстве произвольной метрики	40
Скляр Е.А., Шкварко М.Ю., Эльзейн М.Х. Асимптотическая эффективность дескриптивных алгоритмов пространственного разрешения сигналов в системах технического зрения	43
Безменов Н.И., Коваленко С.В. Об оценке степени связи между параметрами, измеряемыми в шкале наименований	47
Иванчихин Ю.В. Технология фазового укрупнения многомерных полумарковских систем	50
Мельников И. В. Методика расчета закона изменения интенсивности отказов редко контролируемых систем	53
Пономарев А.С., Астахов Е.А. К проблеме формирования математической модели АПК Украины	56
Седельникова Л.Г. Анализ чувствительности оптимальных регуляторов двухканальных электроприводов обмоточных машин	60
Голоскоков Е.Г., Назаров А.С. Терминальное управление вращением жесткого космического аппарата на основе кинематической модели	64
Плаксий Ю.А., Некрасова М.В. Об определении ориентации в БИНС на основе избыточных систем ДУС	69

Успенский В.Б. Выбор оптимальной конфигурации SGK для управления ориентацией космического аппарата	73
Прокопенков В.Ф. Универсальный синтаксический анализатор (СА)	76
Валенда Н.А. Обработка и анализ информации на естественном языке	84
Теленик С.Ф. Многоуровневый подход и языковые средства адаптивной технологии SmartPlus	89
Воронина Л.Н. Эволюция инновационного процесса с последствием	97
Захарченко В.Н., Топалов В.В., Бородько М.Г., Гринь А.А. Эффективность применения многопозиционных временных кодов в односторонних системах передачи	99
Дьячкова О.В. Развитие понятия ситуационно-текстового предиката для вопросно-ответных систем	105
Кондрашов С.И., Новиков Ю.А. Гибридный наблюдатель на основе измерительного метода с нечетким полем условий	110
Громова Е.В. Методические аспекты проведения маркетинговых исследований услуг в системе железнодорожных пассажирских перевозок	114
Чумаченко Г.В. Розробка раціональної стратегії застосування інформаційних технологій при управлінні малими та середніми підприємствами	117
Дулуб Л.Н. Проблемы оценки и обеспечения повышения производительности предприятий	122
Ашади Ноордин Джелла. Прогнозирование запасов материальных ресурсов на складах предприятия	125
Саед Юсоф. Методика и модель оптимизации пропускной способности зоны устранения неисправностей автосервисного предприятия	129
Пономарев А.А., Пономарев А.С., Романовский А.Г. Роль образования в профессиональном и карьерном росте руководителей и в результатах деятельности компании	135
Плюшко А.Р., Брежнев Е.В. Выявление предпочтений промышленных предприятий в интересах распределения ресурсов	145
Шарипова О.С. Комплексный подход к модернизации хозяйственного комплекса	148
Чикалова Л.С. Влияние циклических процессов в экономике на стратегию управления инновационной деятельностью	152
Дубель В.С. Формирование финансовой стратегии развития промышленного предприятия	156
Стрюк Н.Ф. Организационно-правовые методы повышения работоспособности систем управления	160
Деркач М.Н. Институциональный подход к исследованию переходной экономики	164

Головащенко М.Н. Анализ рынка ценных бумаг при формировании маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке	169
Езе Е.О. Венчурный капитал и его роль в развитии бизнеса	175
Медведев I.A. Маркетинг мови	178
Кордюк Р.В. Разработка оперативной системы управления предприятием	182
Sitnikov D.E., D'cruz B., Sitnikova P.E. Extracting salient discrete object features based on composing and manipulating logical equations	186
Асеев Г.Г., Ситников Д.Э., Демина В.М. Об одном логико-алгебраическом подходе к построению автоматизированных систем контроля знаний	193